CONCENTRATIONS D'HEXAZINONE DANS L'AIR ET EXPOSITION DES TRAVAILLEURS LORS D'UNE APPLICATION TERRESTRE, EN 1988

Québec

88-05996/

CONCENTRATIONS D'HEXAZINONE DANS L'AIR ET EXPOSITION DES TRAVAILLEURS LORS D'UNE APPLICATION TERRESTRE, EN 1988

Normand Bertrand, biologiste
Jacques Dugal, biol.-amén.

Service des études environnementales

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Direction de la conservation

Québec, Août 1988

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
DEPOT LEGAL - 4E TRIMESTRE 1988
BIBLIOTHEQUE NATIONALE DU QUEBEC
ISBN 2-550-19018-1
PUBLICATION: 3326

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les employés du MER affectés aux travaux sur le terrain pour leur excellente collaboration lors de la présente étude, plus particulièrement M. Adrien Morin, responsable du projet, Mmes Linda Dubé et Sylvie St-Pierre ainsi que MM. Roberto Landry, Philippe Lebel, Placide Moreau et Michel St-Pierre. Nous remercions également MM. Guy Mamarbachi et Michel Carmichael, du laboratoire de chimie du MER, pour leur célérité lors de l'analyse des prélèvements. Nous sommes aussi reconnaissants à M. Jean-Philippe Weber, du Centre de toxicologie du Québec (CHUL), pour ses commentaires au niveau toxicologique. Finalement, nos remerciements s'adressent aux membres de l'équipe du Service des études environnementales impliqués dans cette étude, tout spécialement Mme Hélène Marquis et M. Ghislain Rousseau.

RÉSUMÉ

Dans le cadre du programme d'application terrestre de phytocides du ministère de l'Énergie et des Ressources pour l'entretien des plantations, on a prélevé 28 échantillons d'air aux divers postes de travail afin de déterminer les concentrations ambiantes d'hexazinone (phytocide) auxquelles les ouvriers étaient exposés lors de l'application à l'aide de pistolets.

Tous les échantillons prélevés, sauf un, contenaient de l'hexazinone. Les concentrations variaient de 0,17 $\mu g/m^3$ à 10,40 $\mu g/m^3$. Il ressort des résultats obtenus que les ouvriers affectés à l'application constituent les travailleurs exposés aux plus fortes concentrations. D'autre part, du strict point de vue de l'absorption par inhalation, il semble que les doses maximales auxquelles furent exposés les préposés aux travaux représentent un risque négligeable pour la santé.

ABSTRACT

In 1988, the ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec realized a monitoring program related to the terrestrial application of herbicide for plantation upkeeping. Within the program, twenty-eight air samples were taken at different working areas in order to evaluate ambient concentrations of hexazinone (herbicide) to which were exposed the workers who applied the product with a gun.

Exept from one, all the samples revealed concentrations of hexazinone varying from 0,17 $\mu g/m^3$ to 10,40 $\mu g/m^3$. Results showed that the workers assigned to the application were exposed to the highest concentrations. Besides, strictly regarding the absorption by inhalation, it seams that the maximum concentrations to which were exposed the workers represented a negligible risk for health.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS iii

RÉSUMÉ v

ABSTRACT vii

TABLE DES MATIÈRES ix

INTRODUCTION 1

1. MÉTHODOLOGIE 3

1.1 Application du produit 3
1.2 Prélèvement des échantillons d'air 4
1.3 Méthode analytique 4

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION 7

BIBLIOGRAPHIE 13

INTRODUCTION

En 1988, le programme d'entretien chimique des plantations en forêt publique réalisé par le ministère de l'Énergie et des Ressources (MER) couvre une superficie de plus de 15 000 hectares. Le but d'une telle intervention est de dégager les jeunes plants de la végétation concurrente afin d'améliorer la survie et la croissance au cours des premières années suivant la plantation. Deux phytocides sont utilisés dans le cadre de ce programme: le glyphosate et l'hexazinone. Seulement 2% de la superficie totale a été traité à l'aide de l'hexazinone.

Le Service des études environnementales (SEE) du MER a déjà effectué des échantillonnages d'air au cours de pulvérisations terrestres de glyphosate afin d'évaluer les concentrations auxquelles les travailleurs étaient exposés. Aucun relevé du même genre n'avait cependant encore été fait dans le cas de l'hexazinone. C'est pourquoi un programme d'échantillonnage a été mis sur pied. Les prélèvements ont été réalisés au cours d'un projet d'application d'hexazinone d'une superficie de 255 ha, localisé dans la région du Bas-St-Laurent-Gaspésie, au sud-est de Trois-Pistoles, dans la seigneurie Nicolas-Rioux et le canton Bédard. Lors de ce projet, une technique d'application différente de celle employée lors des prélèvements faits pour le glyphosate était utilisée, soit l'emploi de pistolets applicateurs.

Le présent rapport fait état des résultats obtenus lors de ces prélèvements d'air et évalue leur signification d'un point de vue toxicologique.

1. MÉTHODOLOGIE

1.1 Application du produit

Le phytocide utilisé est l'hexazinone (3-cyclohexyl-6-(dimethylamino)-1-methyl-1,3,5-triazine-2,4(1H,3H)-dione). La formulation commerciale est fabriquée par la compagnie DuPont sous le nom de Velpar L[MD] et est composée de 27% d'hexazinone, de 40% d'éthanol, 31% d'eau et 2% d'Alkanol[MD] (surfactant). Le liquide présente une couleur ambre et est expédié par le fabriquant dans des contenants de plastique de 4 litres.

Le produit est appliqué non dilué, à l'aide de pistolets applicateurs ("chut gun") de marque Anito DRENCHER[MD]. Les pistolets sont spécialement calibrés pour distribuer 3,25 mL par application. Deux applications sont faites par plant (total de 6,5 mL), sur le sol, chacune à environ 1 m de part et d'autre de la base du plant à protéger. Ce taux correspond à une application de 16 L/ha de formulation commerciale non diluée, ce qui représente 3 840 g/ha d'ingrédient actif (i.a.). Un tube de plastique relie le pistolet au contenant de 4 litres porté dans un sac en bandoulière. Lors de l'application, l'opérateur tient le pistolet à bout de bras et oriente le jet à l'endroit voulu.

Deux équipes de travailleurs ont participé au projet. Chacune était composée de 7 personnes, soit 6 ouvriers chargés de l'application et 1 contremaître. Lors de l'application, les ouvriers progressent côte à côte, chacun suivant une rangée de plants. Le contremaître a pour tâche de délimiter à l'aide de rubans les aires traitées, de repositionner les ouvriers une fois ceux-ci rendus en bout de ligne et de les approvisionner au besoin en contenants de phytocide. Un des contremaîtres effectue aussi le nettoyage des pistolets applicateurs en fin de journée. Finalement, une personne est chargée du lavage régulier des imperméables, des survêtements, des sacs pour les contenants et des gants des ouvriers. Elle doit aussi rincer les contenants de phytocide vides.

1.2 Prélèvement des échantillons d'air

L'échantillonnage a eu lieu du 31 mai au 3 juin inclusivement. Chacun des quatre postes de travail fut l'objet de prélèvements. Au total, 28 échantillons furent recueillis, soit 8 pour le poste de contremaître, 12 pour le poste d'opérateur et 4 pour chacun des 2 postes de nettoyage . Les durées d'échantillonnage ont varié de 17 à 214 minutes selon les postes étudiés et correspondaient, pour la majorité, à environ une demi-journée de travail. Seuls les prélèvements faits lors du nettoyage des pistolets applicateurs ont des durées plus courtes en raison du peu de temps que demande cette opération en fin de journée.

Pour l'échantillonnage, nous avons utilisé des pompes portatives de marque Gilian^{MD} Hi Flow Sampler, modèle HFS113A, à un débit de 3 litres/minute. Les pompes sont fixées à la ceinture des travailleurs et le capteur est attaché aux vêtements au dessus de l'épaule, près du col. Un tube de plastique flexible relie la pompe au capteur. Ce dernier est fait de mousse de polyuréthane ayant été préalablement découpée en laboratoire en pièces de 4 cm X 0,5 cm, lavée à l'acétate d'éthyle pendant 6 heures dans un soxhlet, puis introduite dans un tube de verre aux mêmes dimensions et compressée à 2 cm de longueur. Les tubes sont enveloppés dans des feuilles d'aluminium jusqu'au moment de l'utilisation, puis à nouveau après le prélèvement. Chaque tube est contenu dans une bouteille de verre individuelle. Des tests visant à déterminer l'efficacité des capteurs pour la rétention de l'hexazinone sur des périodes comparables à celles des prélèvements ont été réalisés par le laboratoire de chimie du SEE à l'aide de capteurs préalablement enrichis. La rétention obtenue fut en moyenne de 104% avec un coefficient de variation de 5,5%.

1.3 Méthode analytique

La mousse de polyuréthane est déposée dans un bécher de 100 mL, puis immergée dans 15 mL de chloroforme. On procède à une macération du contenu pendant cinq minutes, puis on décante le liquide dans un ballon de 250 mL tout en pressant la mousse contre les parois du bécher. L'extraction (immersion, macération et

décantation) est répétée cinq fois successivement avec le même volume et le même solvant utilisés précédemment. À l'aide d'un évaporateur rotatif, on concentre l'extrait à environ 1 mL, auquel on ajoute une dizaine de millilitres de benzène, puis on concentre de nouveau à un volume de 3 mL. L'identification et le dosage sont effectués à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse Hewlett Packard[MD], modèle 5710A, équipé d'un double détecteur spécifique à l'azote et au phosphore (NPD). Les colonnes utilisées sont en pyrex et ont 60 cm de longueur par 2 mm de diamètre intérieur. Elles sont imprégnées de 4% OV-101 + 6% OV-210 sur Gas Chrom Q (80-100 mailles) pour identification et de 3% OV-17 sur le même support pour confirmation. Les températures des différents compartiments et les débits des gaz sont les suivants:

Température (°C)	Four	200
	Injecteur	250
	Détecteur	300
Débit des gaz (mL/min)	Hélium	30
	Air	70
	Hydrogène	3

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le tableau 1 présente les concentrations retrouvées ainsi que les temps de prélèvement pour chacun des échantillons d'air. Les concentrations varient de 0,17 µg/m^3 à 10,40 µg/m^3. Un seul échantillon était sous la limite de détection (< 0,1 µg/m^3). Deux ouvriers affectés à l'application ont fait l'objet de prélèvements. Ils ont été exposés à des concentrations moyennes de 4,56 µg/m^3 et 4,18 µg/m3. Des concentrations moyennes respectives de 3,97 µg/m^3 et de 2,02 µg/m^3 furent retrouvées lors du nettoyage des pistolets applicateurs en fin de journée et lors du nettoyage des vêtements et des contenants vides. Finalement, le contremaître chargé de la supervision des ouvriers fut exposé à une concentration moyenne de 1,23 µg/m^3.

Il ressort de ces résultats que les travailleurs exposés aux plus fortes concentrations sont, dans un ordre décroissant: les ouvriers affectés à l'application, l'ouvrier effectuant le nettoyage des pistolets applicateurs, l'ouvrier chargé du nettoyage des vêtements et des contenants vides et, finalement, le contremaître.

Lors des deux premières journées d'échantillonnage, les moyennes de concentrations pour tous les prélèvements furent de 1,31 µg/m^3 et de 1,37 µg/m^3 alors qu'elles ont été de 5,00 µg/m^3 et 4,94 µg/m^3 pour les 2 derniers jours. Un vent particulièrement fort lors des deux premiers jours d'échantillonnage pourrait être à la source de cet écart. Il aurait été intéressant de comparer les résultats observés avec d'autres obtenus en absence de vent; il fut malheureusement impossible de faire des prélèvements dans de telles conditions lors des relevés. D'autre part, les variations de température relativement importantes survenues lors de la période des relevés ne semblent pas être reliées aux écarts de concentrations moyennes journalières rencontrés. Il convient cependant de noter que le faible nombre de prélèvements et la courte durée du programme d'échantillonnage ne permettent pas de tirer de conclusion précise quant à l'influence potentielle des conditions météorologiques sur les concentrations d'hexazinone observées dans l'air.

TABLEAU 1: Concentrations d'Hexazinone mesurées dans l'air aux sites de travail lors d'applications terrestres en 1988

DATE	CONTREMAÎTRE		OPÉRATEUR I		OPÉRATEUR II		NETTOYAGE VÊTEMENTS ET CONTENANTS		NETTOYAGE FUSILS APPLICATEURS	
	DURÉE (mn)	CONCENT. ($\mu g/m^3$)	DURÉE (mn)	CONCENT. ($\mu g/m^3$)	DURÉE (mn)	CONCENT. ($\mu g/m^3$)	DURÉE (mn)	CONCENT. ($\mu g/m^3$)	DURÉE (mn)	CONCENT. ($\mu g/m^3$)
31-05 am	204	1,08	166	2,15	---	---	212	1,30	---	---
31-05 pm	197	0,93	191	3,19	---	---	149	0,19	39	0,32
01-06 am	204	0,64	212	1,67	214	3,06	---	---	---	---
01-06 pm	197	<0,1*	192	0,17	195	0,32	---	---	17	2,35
02-06 am	198	0,62	210	3,17	208	7,97	---	---	---	---
02-06 pm	146	1,77	147	8,00	149	5,39	---	---	29	8,09
03-06 am	211	1,85	208	10,40**	---	---	207	1,28	---	---
03-06 pm	188	2,91	192	7,74**	---	---	147	5,31	37	5,11
$\bar{x}$		1,23		4,56		4,18		2,02		3,97

* Une concentration théorique de 0,05 $\mu g/m^3$ a été utilisée lors du calcul de la moyenne
** Valeurs utilisées lors du calcul de la dose maximale quotidienne pour l'exposition

En 1986, au cours d'une étude du même genre réalisée au moment de l'application de glyphosate (phytocide) à l'aide de pulvérisateurs terrestres, on avait observé des concentrations variant de moins de 0,1 $\mu g/m^3$ à 10,5 $\mu g/m^3$ (Major et Mamarbachi, 1987). On avait alors pulvérisé 1 500 g/ha i.a. dilués dans 424 L/ha. Dans ce type d'application, le produit est pulvérisé sur l'ensemble de la végétation, à faible concentration et dans un important volume de liquide. Dans le présent cas, l'application à l'aide de pistolets n'exige qu'un très faible volume à l'hectare d'un produit concentré qui est appliqué de façon très localisée, près du sol. Il est intéressant de noter qu'en dépit des différences quant à la méthode d'application et à la quantité d'ingrédient actif utilisées, on observe des concentrations comparables dans les deux cas.

Peu de travaux traitent de la toxicité de l'hexazinone par inhalation. Aucune norme n'est mentionnée quant à la dose acceptable pour l'absorption par cette voie chez l'humain ni quant à la limite acceptable concernant la concentration dans l'air. L'Organisation mondiale de la santé ne possède actuellement aucune donnée toxicologique sur l'hexazinone ni sur l'isopropylnaphthalène sulfonate (Alkanol XC^{MD}) utilisé comme agent surfactant dans la formulation (OMS, 1988 comm. pers.)

McCavich (1980) mentionne, au sujet d'une formulation d'hexazinone en poudre soluble, que lors des manipulations, celle-ci s'avère irritante si inhalée et cause des éternuements. Il note cependant qu'une fois en solution pour l'application, le produit ne présente plus cet inconvénient. Lors de tests faits pour la compagnie DuPont (1979) avec de l'hexazinone nature (cristaux), on a exposé des rats à une concentration ambiante de 7,48 X 10^6 $\mu g/m^3$ pendant 1 heure. On a observé une respiration irrégulière et de la salivation. À une concentration ambiante de 2,5 X 10^6 $\mu g/m^3$ d'une formulation commerciale en poudre, une exposition de 6 h/jour durant 15 jours, avec un arrêt de 2 jours entre le 5^e et le 10^e jour, n'a occasionné aucun symptôme clinique ou histopathologique notable.

La fiche technique de la formulation liquide employée précise que le produit cause une irritation aux yeux s'il y a contact. Bien qu'on demande d'éviter d'inhaler les vapeurs, aucune mention particulière n'est faite quant à la toxicité du produit par inhalation (DuPont, 1988).

Afin de connaître la dose maximale (concentration X durée d'exposition) à laquelle un travailleur a été exposé au cours d'une journée de travail, nous avons fait la somme des plus fortes doses rencontrées au cours de deux demi-journées. En supposant un poids moyen de 70 kg et un débit respiratoire de 30 L/min, l'absorption théorique serait inférieure à 0,002 mg/kg/jour.

Walstad et Dost (1984) ont déterminé le volume d'air qu'il faut inhaler pour en arriver à absorber, à une concentration donnée, une dose équivalant au seuil de non effet[1]. Leurs calculs sont basés sur la dose sans effet par voie orale. Dans le cas de l'hexazinone, des études en laboratoire sur des rongeurs ont permis d'estimer cette dose à 25 mg/kg/jour. Il est important de mentionner qu'un facteur de sécurité de 100 a été appliqué lors des calculs, ce qui signifie que les quantités théoriques obtenues correspondent à 1 / 100 de la dose sans effet prise comme base de calcul. En effectuant un calcul similaire avec la concentration maximum observée dans l'air au cours des relevés, nous avons déterminé que pour atteindre ce seuil théorique, il faudrait qu'un travailleur inhale un volume d'air équivalant à plus de 110 fois la quantité normalement respirée au cours d'une journée de travail.

Compte tenu du nombre restreint de données disponibles sur le sujet, en ce qui concerne strictement l'absorption par inhalation, il semble peu probable que les concentrations d'hexazinone dans l'air ambiant et que les doses auxquelles les travailleurs sont exposés lors de conditions normales de travail puissent avoir un effet quelconque sur la santé.

---

1. Seuil de non effet: quantité absorbée au dessus de laquelle on commence à observer des signes d'intoxication.

Il convient cependant de rappeler que dans ce type d'application, l'inhalation ne constitue pas la seule voie potentielle d'absorption de l'hexazinone. Considérant que les ouvriers manipulent en permanence un produit concentré et qu'ils travaillent dans des conditions de terrain parfois difficiles, il serait pertinent d'évaluer les possibilités d'absorption de l'hexazinone par contact cutané. Nous n'avons actuellement aucune information à ce sujet dans le cas d'application de phytocide concentré à l'aide de pistolets.

BIBLIOGRAPHIE

DU PONT CANADA INC, 1988. Material safety data sheet: "Velpar L", 5 p.

DU PONT COMPANY, 1979. Haskell Laboratory for Toxicology and Industry Medicine, "Toxicological Information: Hexazinone".

LECLERC, J. et L. LABERGE, 1984. Étude d'impact sur l'environnement des pulvérisations aériennes de phytocides en milieu forestier, section hexazinone, chap. IV et V. Gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Service pépinières et reboisement, 82 p.

MAJOR, L. et G. MAMARBACHI, 1987. Concentrations de glyphosate dans l'air et exposition des travailleurs lors de certaines pulvérisations terrestres de phytocides en 1986. Gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Service des études environnementales, 9 p.

MC CAVISH, W.J., 1980. Hexazinone - A New Forest Herbicide. Proceedings Conference on Weed Control in Forestry, Assoc. of Applied Biologists, University of Nottingham, U.V., p. 217-225.

O.M.S., Communication personnelle, Télex M. Herrman, 88-06-23.

WALSTAD, J.D. et F.N. DOST, 1984. The Health Risks of Herbicides in Forestry: A Review of the Scientific Record. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis. Special publication 10, 60 p.

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service des études environnementales